SCIENCE ET VIE

FÉVRIER 1946 N° 341 20 FRANCS

LES DERNIERS TYPES DE BOMBES PLANANTES ET VOLANTES TÉLÉCOMMANDÉES

par André FOURNIER

Aux derniers mois de la guerre, toute une série de bombes planantes et volantes à direction automatique ou télécommandée étaient en cours d'étude en Allemagne, dont quelques-unes destinées à l'attaque des navires alliés, et la plupart à la protection contre les raids de l'aviation. Les renseignements donnés au lendemain de la victoire par les services anglais et américains ont été complétés depuis par une exposition, à Farnborough, des principaux prototypes retrouvés en Allemagne. Ces engins sont propulsés soit par un mélange de liquides, soit, le plus souvent, avec de la poudre. Leur voilure applique des dispositifs spéciaux pour les grandes vitesses, dont certains, comme l'aile en flèche, étaient déjà apparus sur avions et d'autres, comme les ailes à très faible allongement, n'avaient pas encore reçu d'application. Leur généralisation doit certainement bouleverser les méthodes et les matériels de la D. C. A.

Les nouveaux types d'engins télécommandés

Les V-1 et les V-2, adaptées au bombardement d'objectifs terrestres à très grande distance, sont les types les plus connus de bombes volantes, sans équipage, propulsées par réaction ou par fusée. Mais un très grand nombre d'engins de principe analogue étaient en cours de construction ou d'étude en Allemagne à la fin de la guerre et visaient plus spécialement à la destruction d'objectifs navals ou aériens. Les plus anciens, la bombe 1400 FX et la bombe Henschel Hs 293, étaient en service depuis 1943 contre les navires. Des variantes de la Hs 293, bombe volante télécommandée par radio, ainsi que la X-4, bombe volante télécommandée par fil, étaient entrées ensuite dans l'armement des chasseurs allemands. En mai 1945, de très nombreux engins dirigeables du sol, avec télécommande radio et propulsion par fusée, le « Schmetterling », la « Feuerlilie », la « Rheintochter », la « Enzian », allaient être construits en grande série et devaient bouleverser les principes de la D. C. A.

Leur étude n'était d'ailleurs pas un secret pour les Alliés. Si la Grande-Bretagne a été assez réservée jusqu'ici sur ses réalisations dans ce domaine, les États-Unis ont publié récemment les photographies et quelques caractéristiques des engins de types semblables qui commencent à entrer en service dans leurs forces armées : les bombes planantes « Glomb », « Bat » et les bombes volantes « Gargoyle » et « Gorgon ».

Au cours de la présentation de matériel aérien faite à la fin de 1945 à Farnborough, toute une section était réservée à celles de ces armes qui ont pu être récupérées dans la zone britannique d'occupation en Allemagne. C'est la partie de l'exposition qui, en raison de sa nouveauté, attirait le plus de visiteurs. Nous donnons ci-après les indications qui ont pu être recueillies sur les armes exposées, suivies de quelques remarques générales sur leurs caractéristiques communes.

Les bombes planantes : la Blohm et Voss BV 226

Les premières bombes télécommandées employées en 1943 contre les navires en Méditerranée, la 1400 FX et la Henschel Hs 293, avaient remporté quelques succès au début. Mais, très rapidement, les Alliés avaient trouvé une parade des plus efficaces en augmentant la distance de leurs escortes aériennes ; les bombardiers étaient descendus avant d'avoir pu lancer leurs engins.

La bombe 1400 FX est une très grosse bombe de 1400 kg lancée en vol horizontal à grande altitude. Elle n'est ni planante, ni volante, mais possède quatre ailes très courtes destinées à faciliter son orientation, au cours de sa chute libre, par de très petits gouvernails en direction et en portée actionnés par radio. L'amplitude des corrections couvre largement les erreurs de visée et les évolutions possibles du navire pendant la durée de chute.

La bombe Hs 293 (1) est munie d'une voilure et d'une propulsion par fusée qui n'est pas assez puissante pour le vol horizontal, mais qui augmente la portée au cours de la descente. Elle est lâchée à une dizaine de kilomètres et maintenue en direction du but par télécom-

(1) Voir : « Les avions à réaction » (*Science et Vie*, n° 336, septembre 1945).

mande radio à partir de l'avion qui la porte, ou mieux d'un avion plus éloigné.

La bombe Blohm et Voss BV 226 (fig. 2), qui est également destinée à l'attaque des navires, est une bombe « planante », c'est-à-dire sans aucun dispositif de propulsion, et non une bombe « volante » comme la Hs 293. Elle a été étudiée en vue d'atteindre la très grande finesse nécessaire au lancement à grande distance d'une bombe planante où la pesanteur est le seul moteur, et la grande vitesse indispensable pour la préserver de la chasse ou de l'artillerie. Le fuselage, aux lignes très pures, est en quatre tronçons réunis par soudure dans un plan transversal sur l'arrière du bord de fuite de l'aile et dans le plan horizontal de symétrie. L'aile, qui atteint l'allongement exceptionnel de 34, est d'une construction très originale, en béton léger armé ; elle comporte d'amples raccordements au fuselage. Il n'y a pas d'ailerons. L'empennage est à double dérive, avec un gouvernail de profondeur et un gouvernail de direction sur une seule des dérives. La bombe est télécommandée par radio, sa position étant repérée par deux lampes montées sur les dérives. Elle est emportée sous la voilure des bombardiers, à raison de deux sous les Junkers Ju-88, Ju-188, Ju-388 et Dornier Do-217, et de trois sous les Heinkel He-177.

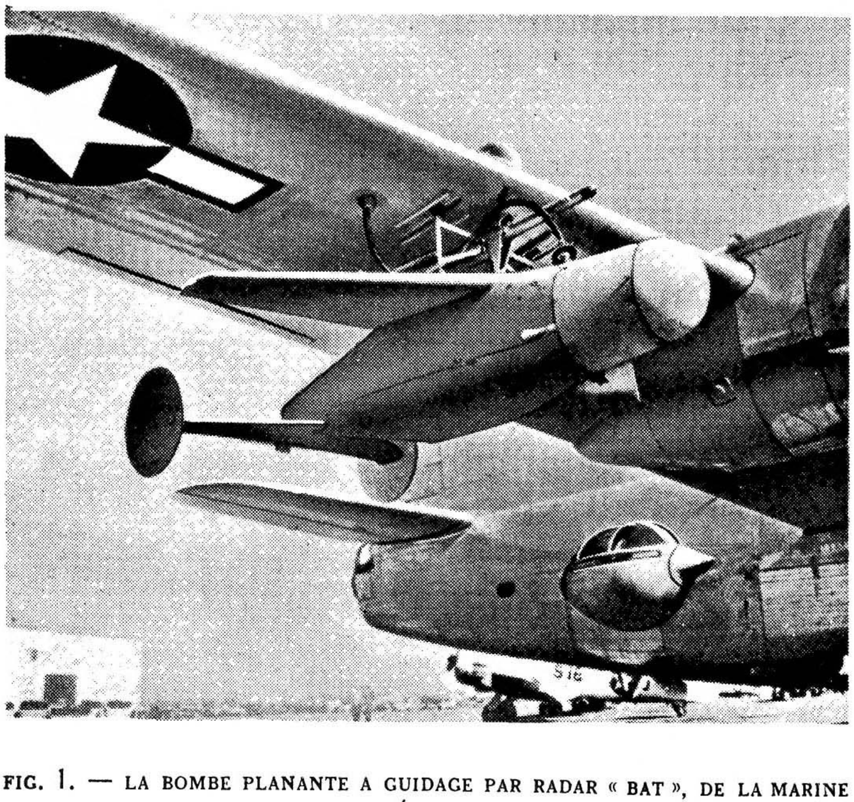


FIG. 1. — LA BOMBE PLANANTE A GUIDAGE PAR RADAR « BAT », DE LA MARINE AMÉRICAINE

La bombe « Bat » est une bombe planante lâchée d'avion, maintenue automatiquement en direction de l'objectif par le radar qu'elle porte. Elle a environ 3,60 m de longueur et 3 m d'envergure. On notera la combinaison assez curieuse d'une aile en flèche accentuée à faible allongement et d'un fuselage dont l'avant n'est certainement pas dessiné pour atteindre les très grandes vitesses. On comparera avec intérêt la différence des réalisations de la « Bat » et de la « Blohm et Voss BV 226 » (fig. 2). La bombe « Bat » est montée, à raison de deux par appareil, sous la voilure d'un quadrimoteur Consolidated « Privateer ». Le secret sur cet engin n'a été levé que le 12 décembre 1945 ; on a annoncé en même temps qu'il avait contribué à couler un tonnage important de navires de guerre et de navires marchands japonais.

Les bombes volantes : « Feuerlilie », Henschel Hs 298 et « Schmetterling »

Ces trois bombes volantes sont destinées en principe à être tirées du sol ou d'un avion contre d'autres avions. Elles ont toutes les trois une voilure d'apparence normale, dans la mesure où le centrage et l'adaptation aux très grandes vitesses le permet. Les nécessités du centrage imposent à la « Feuerlilie » et au « Schmetterling » une voilure rejetée vers l'arrière, à cause du chargement à peu près homogène d'un fuselage aux formes normales ; la Hs 298, au fuselage moins affiné et surchargé à l'avant, échappe à cette exigence. Les voilures des trois engins ont le faible allongement et la flèche accentuée qui conviennent aux très grandes vitesses.

La « Feuerlilie » 25 (« Lis de feu ») (fig. 3) était un engin étudié par l'Institut de Recherches Hermann Gœring de Volkenrode. Le fuselage épouse la forme des projectiles à grande vitesse, avec avant très affiné et corps presque cylindrique à courte ogive arrière. L'aile, médiane, est trapézoïdale en plan, avec très forte flèche du bord d'attaque. Les dimensions : envergure, 1,13 m, profondeur à l'emplanture 0,66 m, profondeur à l'extrémité 0,19 m, précisent le très faible allongement. L'aile est munie de cloisons marginales. Les ailerons sont commandés par des électroaimants carénés dans ces cloisons. L'empennage comporte une double dérive axiale, disposée au-dessus et au-dessous du fuselage. Sur chaque dérive est monté un plan fixe horizontal ; le plan supérieur est seul muni d'un gouvernail de profondeur actionné par électroaimants. La propulsion est obtenue par une fusée à poudre brûlant en six secondes. Deux lampes portées par les dérives permettent la télécommande radio de l'engin. La « Feuerlilie » 25 n'en était encore qu'au stade expérimental.

La bombe Henschel Hs 298, exposée à Farnborough, n'est que l'une des nombreuses armes d'avion contre avion, du sol contre avion, ou d'avion contre navire étudiées par Henschel. C'est une bombe volante (fig. 4) plus spécialement destinée à l'attaque de formations de bombardiers, à des distances variant de 1 000 à 2 500 m. Elle est propulsée par une fusée à poudre et dirigée par une télécommande radio actionnant de petits volets de freinage sur la voilure et l'empennage. L'explosion est commandée par une fusée « radar » fonctionnant automatiquement à proximité de l'objectif. Cette bombe, dont la construction avait commencé en 1914, n'en était encore qu'au stade des essais.

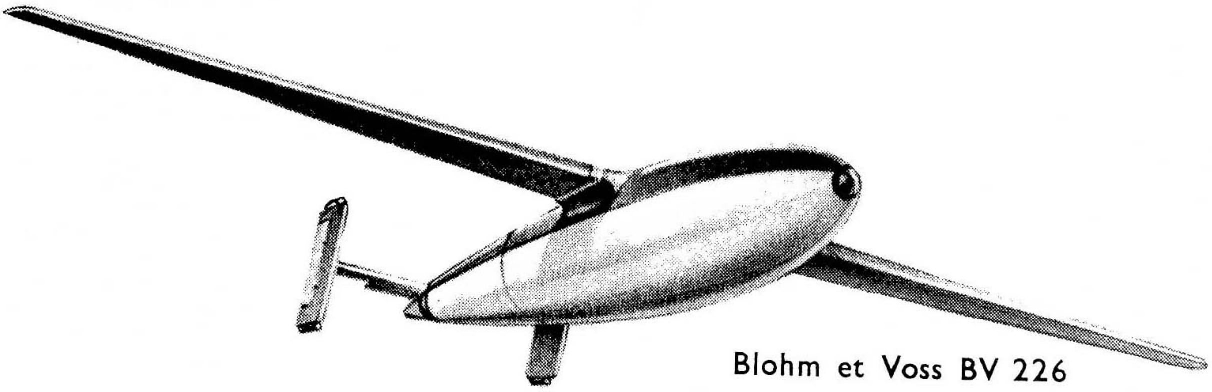


FIG. 2. — LA BOMBE PLANANTE BLOHM ET VOSS BV 226

Ses caractéristiques sont les suivantes: envergure, 6,30 m; longueur, 3,35 m; surface de voilure, 1,34 m²; allongement, 34; poids total, 725 kg; charge d'explosif, 450 kg; charge au mètre carré, 540 kg. L'aile pleine en béton léger s'explique par ces caractéristiques. Un tel mode de construction n'est acceptable que pour des bombes de poids moyen, à voilure très chargée, grand allongement et aile mince. Pour la corde moyenne de l'aile, qui est de 21 cm, et son épaisseur moyenne probable, qui ne doit guère dépasser 1 cm, le remplissage en béton, qui simplifie beaucoup l'exécution, ajoute seulement quelques kilogrammes de poids inutile.

Le « Schmetterling » (Papillon) (fig. 5) était au contraire beaucoup plus avancé, et la construction en grande série allait commencer quand la guerre finit. C'était l'arme à laquelle la propagande allemande avait réservé le nom de V-3.

Le « Schmetterling » est l'œuvre du professeur Wagner, l'ingénieur en chef de Junkers. C'est une bombe volante, à propulsion par fusée, radioguidée, destinée soit au tir d'avion contre avion, soit au tir de terre contre avion. Le corps de la bombe est cylindrique, avec un avant dissymétrique, muni à gauche d'une partie conique où se trouve la fusée et à droite d'une hélice à quatre pales entraînant une dynamo pour le service des appareils auxiliaires. L'aile se compose d'une charpente en alliage léger moulé comportant six nervures, deux longerons, trois barres obliques, et le bord de fuite ; le reste du revêtement est en dural vissé sur cette charpente. L'aile est enfilée sur un tube conique traversant le fuselage. La même construction est appliquée à l'empennage cruciforme symétrique. Les gouvernes comprennent deux commandes seulement, ailerons (disposés en volets d'extrados) et profondeur.

Lorsqu'il est tiré du sol, le « Schmetterling » reçoit, outre la fusée logée dans le corps de l'engin, deux fusées de lancement placées au-dessus et au-dessous, et qui sont éjectées après une très courte durée de fonctionnement.

Les essais auraient été très satisfaisants ; le

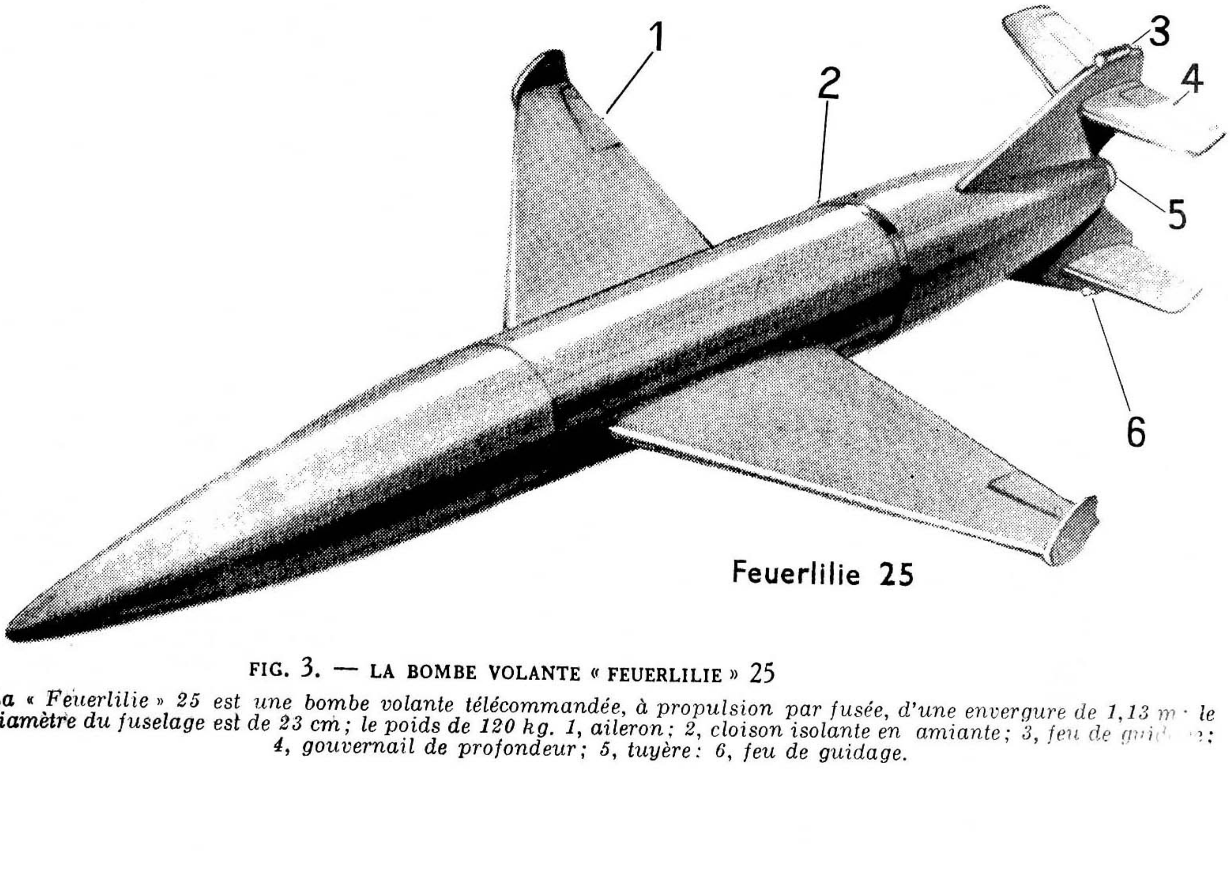


FIG. 3. — LA BOMBE VOLANTE « FEUERLILIE » 25

La « Feuerlilie » 25 est une bombe volante télécommandée, à propulsion par fusée, d'une envergure de 1,13 m ; le diamètre du fuselage est de 23 cm; le poids de 120 kg. 1, aileron; 2, cloison isolante en amiante; 3, feu de guid[illegible]; 4, gouvernail de profondeur; 5, tuyère: 6, feu de guidage.

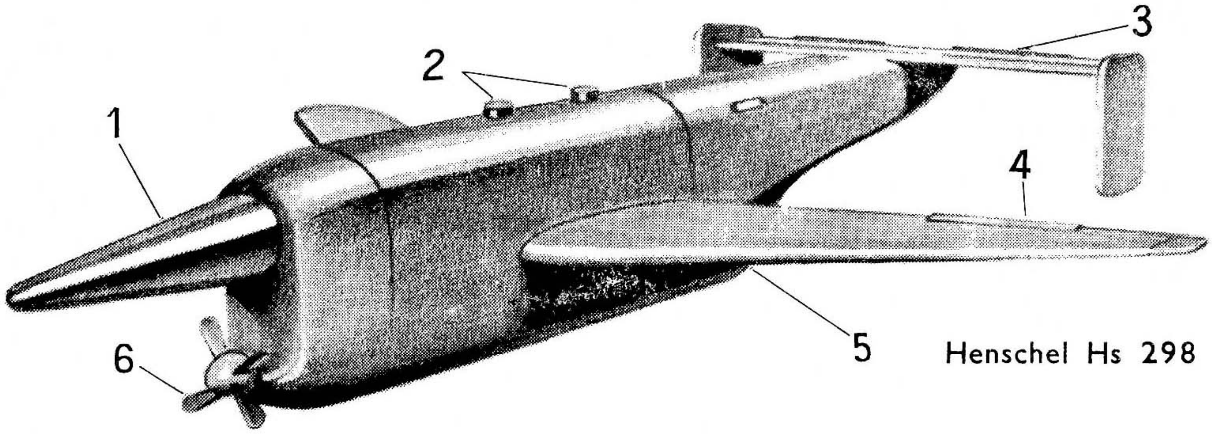


FIG. 4. — LA BOMBE VOLANTE « HENSCHEL » HS 298

La « Henschel » Hs 298 était une bombe volante, destinée au tir d'avion contre avion à moyenne distance, 1 000 à 2 500 m. Ses caractéristiques sont les suivantes: envergure, 1,30 m; longueur, 2,02 m; largeur du fuselage, 0,19 m; hauteur du fuselage, 0,40 m. L'aile, trapézoïdale et en flèche, a une profondeur de 0,50 m à l'emplanture, et 0,23 m à l'extrémité. Le poids est de 95 kg. 1, fusée-détonateur; 2, tenons de fixation à l'avion porteur; 3, 4, volets de freinage; 5, tuyère ; 6, hélice d'entraînement de la génératrice électrique auxiliaire.

professeur Wagner affirmait pouvoir garantir un avion abattu par engin lancé.

La «Wasserfall »

La « Wasserfall » (Chute d'eau) est une réduction de la V-2 modifiée en vue de son adaptation au tir de terre contre avion. Différents modèles ont été expérimentés. Celui qui était exposé à Farnborough avait été retiré d'un étang près de Nordhausen. Mais d'autres, de caractéristiques différentes, ont été retrouvés en zone américaine (fig. 9).

La forme générale du fuselage reste celle de la V-2, avec un corps cylindrique et un avant très affiné. Une voilure cruciforme lui a été ajoutée pour lui donner la maniabilité indispensable. Les quatre ailes ont 1,50 m de profondeur à l'emplanture, 0,50 m à l'extrémité pour une envergure de 1,80 m ; l'allongement est donc à peine supérieur à 1, en même temps que la flèche du bord d'attaque atteint 60°. L'empennage, cruciforme également, comporte quatre petites gouvernes compensées ; son envergure de 2,20 m est supérieure à celle de l'aile.

La disposition générale de la « Wasserfall » reproduit celle de la V-2. On trouve, de l'avant à l'arrière : la fusée commandant l'explosion, actionnée par radio sur les premiers modèles, et probablement par radar sur les derniers ; la charge d'explosif ; la bouteille sphérique d'air comprimé ; les réservoirs de combustible et de comburant, qui sont ici du « visol », mélange d'hydrocarbures, et de l'acide nitrique ; la chambre de combustion et la tuyère. On a simplifié l'alimentation de la fusée par suppression des turbo-pompes de la V-2. Les dimensions et le poids (3 500 kg) restent néanmoins élevés.

Les derniers modèles de « Wasserfall » utili-

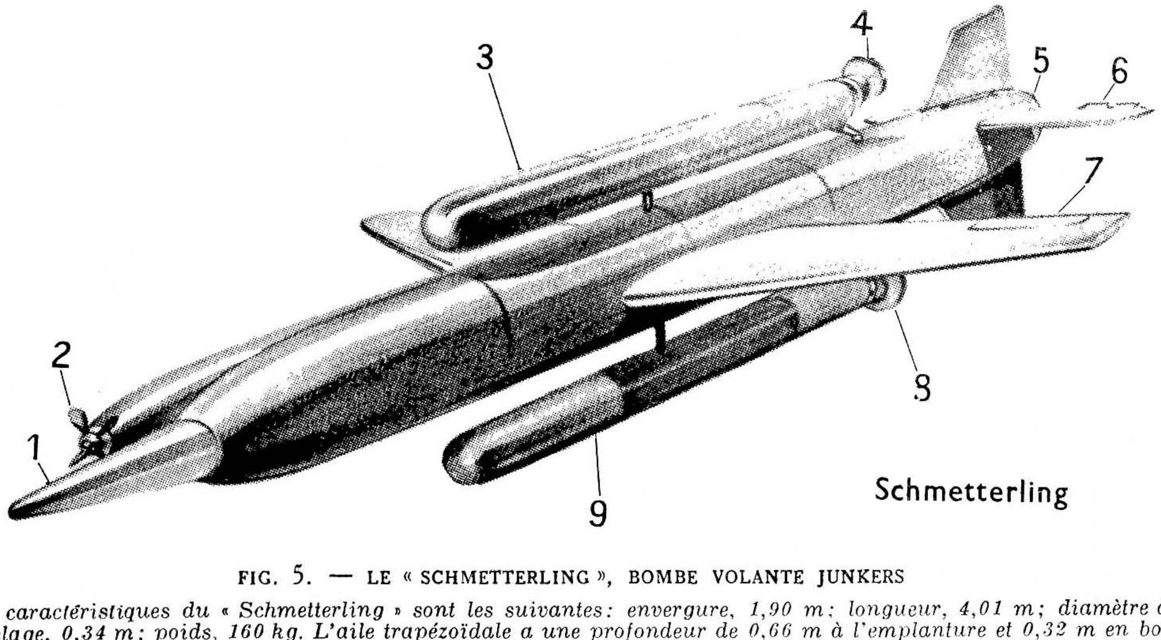


FIG. 5. — LE « SCHMETTERLING », BOMBE VOLANTE JUNKERS

Les caractéristiques du « Schmetterling » sont les suivantes: envergure, 1,90 m; longueur, 4,01 m; diamètre du fuselage, 0,34 m; poids, 160 kg. L'aile trapézoïdale a une profondeur de 0,66 m à l'emplanture et 0,32 m en bout d'aile. Les performances seraient les suivantes: vitesse, 1 000 km/h; plafond, 15 000 m; rayon d'action, 32 km. 1, fusée détonateur; 2, hélice d'entraînement de la génératrice électrique auxiliaire; 3, fusée de lancement largable; 4, tuyère; 5, tuyère; 6, volet; 7, aileron; 8, tuyère; 9 .fusée de lancement largable.

saient très probablement la détection du but par « radar », non seulement pour commander l'explosion, mais encore pour diriger automatiquement l'engin vers son objectif sur la dernière partie de la trajectoire.

Le lancement devait être fait à la verticale, à partir de plate-formes analogues à celles des V-2. D'après certains renseignements, sur un lancement de quarante « Wasserfall » en cours d'essais, douze auraient atteint leur but.

La « Rheintochter »

La « Rheintochter » (Fille du Rhin) est une bombe volante pour D. C. A., à propulsion par fusée, radioguidée suivant un système particulier. C'est une production de Rheinmetall-Borsig (fig. 7).

Le corps de l'engin est cylindro-ogival. La voilure est du type « canard », avec la voilure principale à l'arrière et les gouvernes à l'avant. Elle se compose de six ailes minces en bois, recouvertes de métal, régulièrement disposées autour du fuselage. Leur forme est trapézoïdale, avec flèche de 45°. Les gouvernes avant sont cruciformes, attelées deux par deux pour la direction et la profondeur. Les compartiments successifs contiennent, à partir de l'avant, les moteurs de commande des gouvernes, le pilote automatique gyroscopique, l'installation radio, le radar, la fusée à poudre avec six tuyères latérales disposées entre chacune des six ailes, et enfin la charge d'explosif.

Le lancement est fait à l'aide d'un chariot sur rampe inclinée. En outre, une fusée auxiliaire, placée à l'arrière de l'engin principal, prolonge de 2 000 m le lancement sur rampe, après quoi elle est abandonnée. Elle se compose d'un corps de diamètre légèrement supérieur à celui de la bombe, avec un empennage cruciforme analogue à celui de la voilure principale, consolidé par un ensemble de haubans.

La fusée auxiliaire est éjectée au bout de 2 000 m. La vitesse maximum est légèrement inférieure à 500 m/s. Le plafond est de 6 000 m.

Le dispositif de guidage était étudié pour s'adapter au système d'interception dit « Rheinland », dans lequel on enregistre au sol, par radar, les positions de l'avion ennemi et de la bombe volante, d'où l'on déduit à chaque instant les corrections qu'il faut apporter à la trajectoire de celle-ci pour lui faire rencontrer celui-là.

Le modèle exposé à Farnborough était la R-1 ; sa construction était abandonnée en mai 1945 et remplacée par une version améliorée R-3.

La X-4

La X-4 est une bombe volante dirigée d'avion contre avion qui présente cette particularité d'une commande à distance par deux fils de 0,22 mm, longs de 6 000 m chacun, et lovés dans deux bobines portées par la bombe aux extrémités de deux des ailes (fig. 8).

La X-4 possède un corps fuselé, une voilure cruciforme à ailes en flèche, en bois massif, et un empennage, cruciforme également, dont les plans bissectent ceux de la voilure principale. La télécommande agit sur des gouvernes disposées à la manière habituelle à l'arrière de l'empennage, pendant que les gyroscopes du pilote

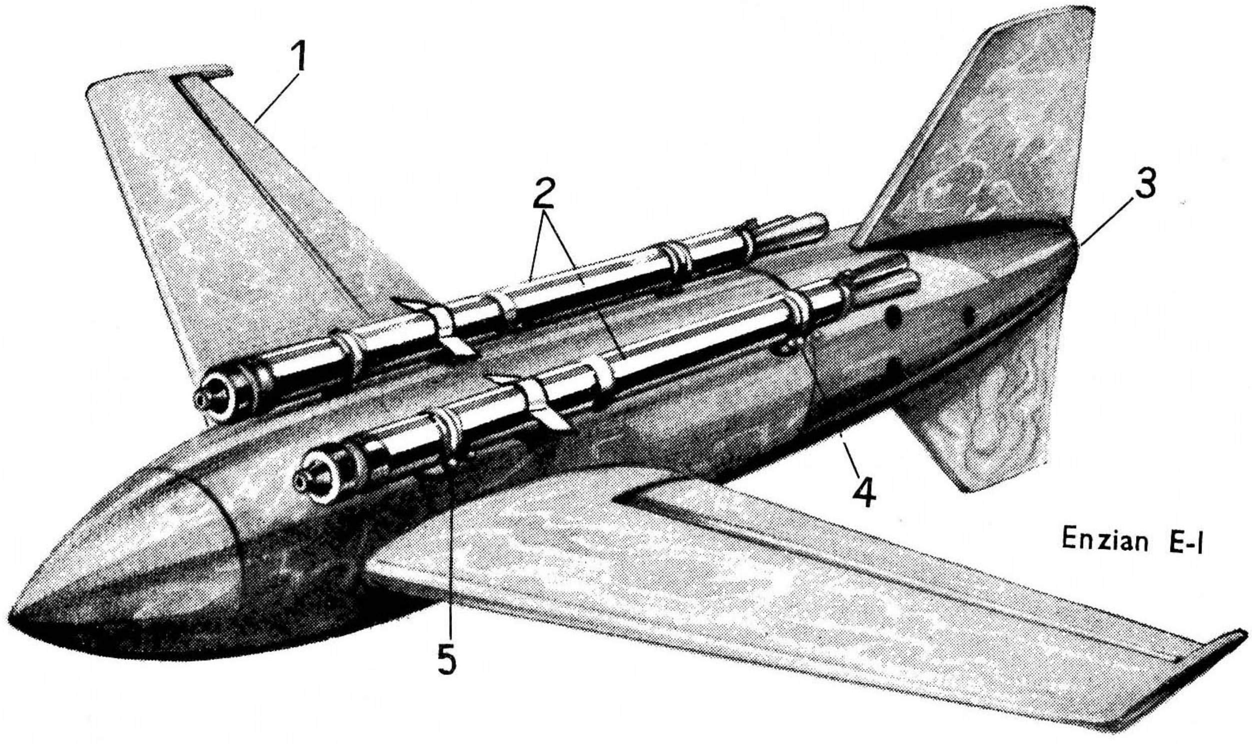


FIG. 6. — LA BOMBE VOLANTE « ENZIAN » E-1

L'« Enzian » E-1 est une bombe volante propulsée par réaction, guidée par radio et munie d'une fusée radar. Sur le dos sont fixés deux groupes de deux fusées auxiliaires servant au lancement ; elles sont retenues par des boulons explosifs qui sautent six secondes après le départ de l'engin ; les fusées s'écartent alors du corps de la bombe sous l'action des volets qu'elles portent. 1, aileron ; 2, fusées auxiliaires de lancement ; 3, tuyère ; 4, 5, boulons explosifs.

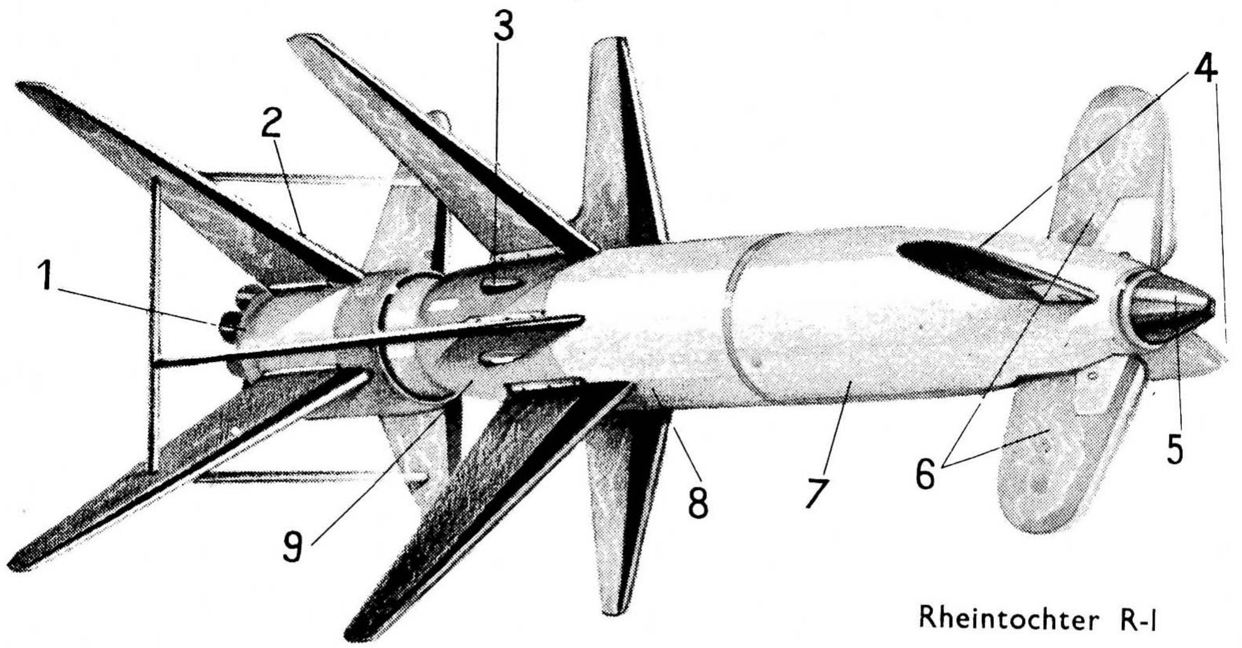


FIG. 7. — LA « RHEINTOCHTER » R-1, BOMBE VOLANTE A FUSÉE AUXILIAIRE

Les caractéristiques sont les suivantes. Bombe principale: longueur, 3,60 m; envergure, 2,65 m; diamètre du corps, 0,50 m; profondeur des six ailes, 0,70 m à l'emplanture et 0,25 m à l'extrémité; envergure des gouvernes avant, 1,10 m. Fusée auxiliaire: longueur du corps, 1,50 m; diamètre du corps, 0,55 m; envergure de l'empennage arrière, 2,20 m; profondeur des quatre dérives à l'emplanture, 0,82 m, à l'extrémité, 0,32 m. La vitesse maximum est d'un peu moins de 500 m/s; le plafond, de 6 000 m. La construction de la bombe est étudiée pour offrir le minimum de résistance aérodynamique à la vitesse atteinte. La fusée est volontairement beaucoup moins soignée (diamètre supérieur à celui du corps de bombe, haubannage); c'est sa résistance à l'avancement qui provoque son éjection après 2 000 m de parcours, une fois la poudre brûlée. 1, tuyère; 2, fusée auxiliaire de lancement; 3, tuyère; 4, gouvernails de profondeur; 5, fusée-radar; 6, gouvernails de direction; 7, logement des gyroscopes et appareils radioélectriques; 8, corps de fusée; 9, explosif.

automatique commandent, par électroaimants, de petits peignes à très faible course (2,5 mm) placés sur l'avant des gouvernes. Il n'y a d'ailerons ni pour la télécommande, ni pour le pilotage automatique. Les compartiments, à partir de l'avant, sont les suivants : fusée-détonateur, charge d'explosif, réservoirs à liquide pour fusée propulsive, pilote automatique et batterie, chambre de combustion et tuyère. Les bobines du fil de contrôle sont logées dans des carènes aux extrémités de deux ailes opposées ; les deux autres portent des lampes de guidage.

La X-4 était en service dans la « Luftwaffe », concurremment avec les bombes volantes genre Hs 298. Elle était destinée à l'armement des chasseurs Focke-Wulf Fw 190, qui l'accrochaient sous leurs ailes, dans un lance-bombes spécial. Avec sa vitesse de 1 000 km/h et sa charge d'explosif de 50 kg, elle a remporté des succès remarquables lorsque la chasse d'escorte ne pouvait maintenir les chasseurs d'interception à grande distance.

Voilure et maniabilité

Sur la plupart de ces engins, Hs 293 et Hs 298, « Schmetterling »..., comme sur les bombes américaines dont les photographies sont reproduites, les ailes, quel que soit leur allongement, qu'elles aient ou non une disposition en flèche, qu'elles soient sur l'avant ou sur l'arrière des gouvernes, ont un rôle analogue à celui de la voilure d'un planeur ou d'un avion ; leur portance soutient la bombe, planante ou volante.

Sur d'autres engins, au contraire, tels que la bombe 1400 FX, la « Wasserfall », la « Rheintochter », la X 4, leur rôle est plus complexe et la voilure à quatre ou six ailes est essentiellement destinée à donner la maniabilité nécessaire au cours des évolutions à très grande vitesse pour l'approche de l'objectif.

Il est bien évident, par exemple sur la 1400 FX qui est une très grosse bombe de perforation ordinaire, modifiée par l'adjonction de quatre petites ailes en croix, que cette voilure ne peut servir à la sustentation. La trajectoire de la bombe, lancée en vol horizontal, est sensiblement celle d'une bombe ordinaire de même coefficient balistique. Les ailes ne servent qu'à faciliter l'action des gouvernes. La conclusion est la même pour la « Wasserfall », la « Rheintochter » et la X 4, sauf que la voilure est relativement beaucoup plus développée : c'est que la maniabilité requise pour l'atteinte d'un avion en évolution n'est pas la même que dans le cas d'un navire.

La voilure n'est pas indispensable à l'action d'une gouverne. Un corps fuselé tel qu'un sous-marin ou un dirigeable obéit aussi bien au braquage du gouvernail de direction qu'à celui du gouvernail de profondeur. Mais on doit observer, comme le montre la figure 11, que ce n'est pas la force directement exercée par l'eau ou l'air sur la gouverne qui produit le mouvement désiré ; c'est l'action du fluide sur la carène déviée de sa direction initiale par le braquage de la gouverne. Un corps fuselé sans voilure réagit exactement dans le même sens qu'un avion ; c'est que, déplacé obliquement

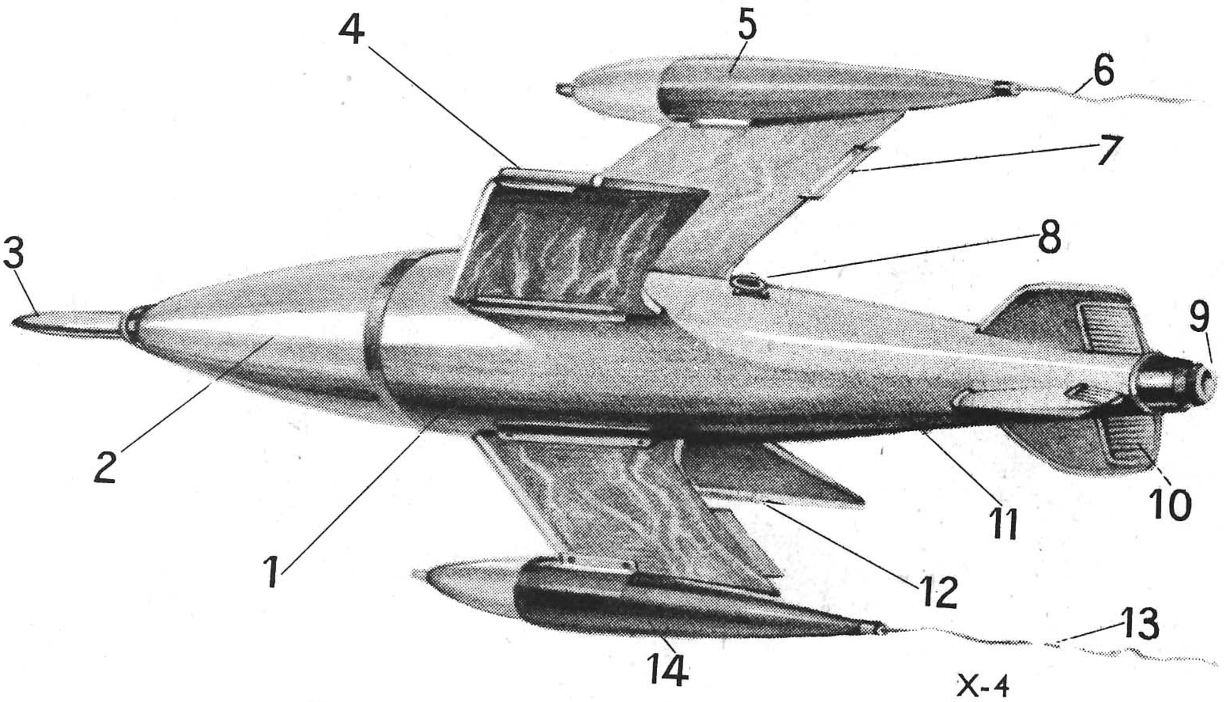


FIG. 8. — LA X-4, BOMBE VOLANTE D'AVION CONTRE AVION.

La longueur de la X-4 est de 2,02 m; son envergure de bout d'aile à bout d'aile, non compris les carénages de bobines ou de lampes, de 0,48 m; son diamètre maximum de 0,22 m; sa charge d'explosif, de 50 kg; sa vitesse, de 1000 km/h. 1, corps de fusée; 2, explosif; 3, fusée-détonateur; 4, feu de guidage; 5, bobine; 6, fil de liaison; 7, volet fixe; 8, tenon de fixation à l'avion porteur; 9, tuyère; 10, peignes oscillants; 11, logement des gyroscopes; 12, feu de guidage; 13, fil de liaison; 14, bobine.

par rapport à son axe, le corps fuselé présente, comme l'avion, une résistance et une portance. Mais, pour une résistance donnée, la portance est beaucoup plus grande s'il y a une voilure que s'il n'y en a pas. D'où l'intérêt d'ajouter des ailes à un corps fuselé pour accroître sa maniabilité. A cet égard, la différence entre la bombe ailée et la bombe sans ailes est analogue à celle entre l'avion et le dirigeable.

Quelle est l'explication des voilures à quatre ou six ailes régulièrement réparties en étoile autour du fuselage des bombes allemandes? C'est la recherche de la maniabilité maximum dans toutes les directions. Une bombe planante ou volante dont la voilure est disposée à la manière habituelle est beaucoup plus sensible à la manœuvre du gouvernail de profondeur qu'à celle du gouvernail de direction. La première bénéficie de tout l'appui de la voilure sur l'air, tandis que la deuxième ne provoque qu'un « virage à plat », d'efficacité très inférieure à celle du virage correct. Au lieu d'incliner la voilure de la bombe en virage, il revient au même de lui monter une aile perpendiculaire à la première ; on obtient ainsi approximativement l'égalité de maniabilité dans toutes les directions. Le résultat doir être meilleur encore avec les six ailes de la « Rheintochter » dont quatre au

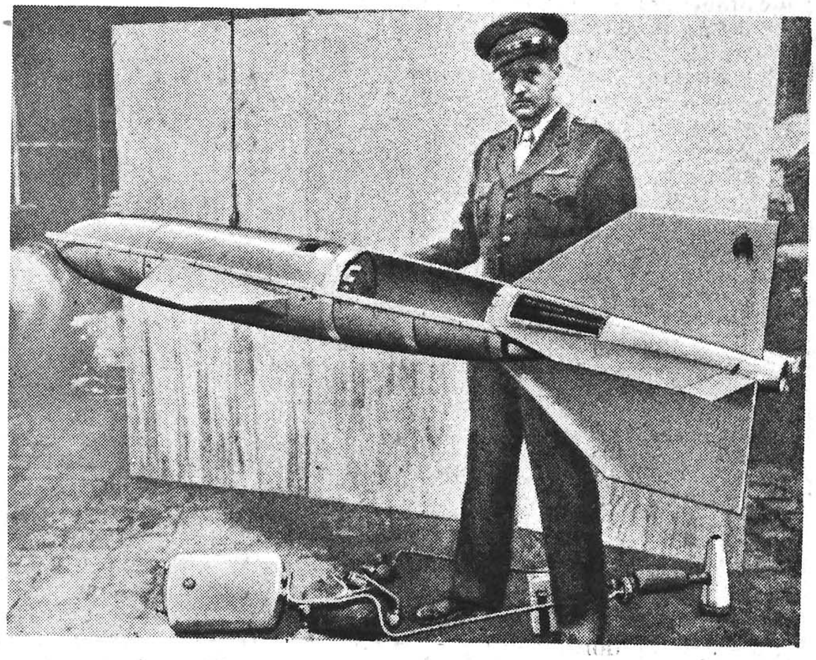


FIG. 9. — LA « WASSERFALL », RÉDUCTION DE LA V-2 POUR D. C. A.

La « Wasserfall » est une réduction de la V-2 au poids de 3 500 kg. Sa longueur est de 7,30 m; son envergure, de 1,80 m: le diamètre du corps, de 0,90 m. La photographie représente un modèle lui-même à échelle réduite ne comportant que deux ailes et un empennage légèrement modifié, alors que la « Wasserfall » devait être dotée généralement de quatre ailes en croix.

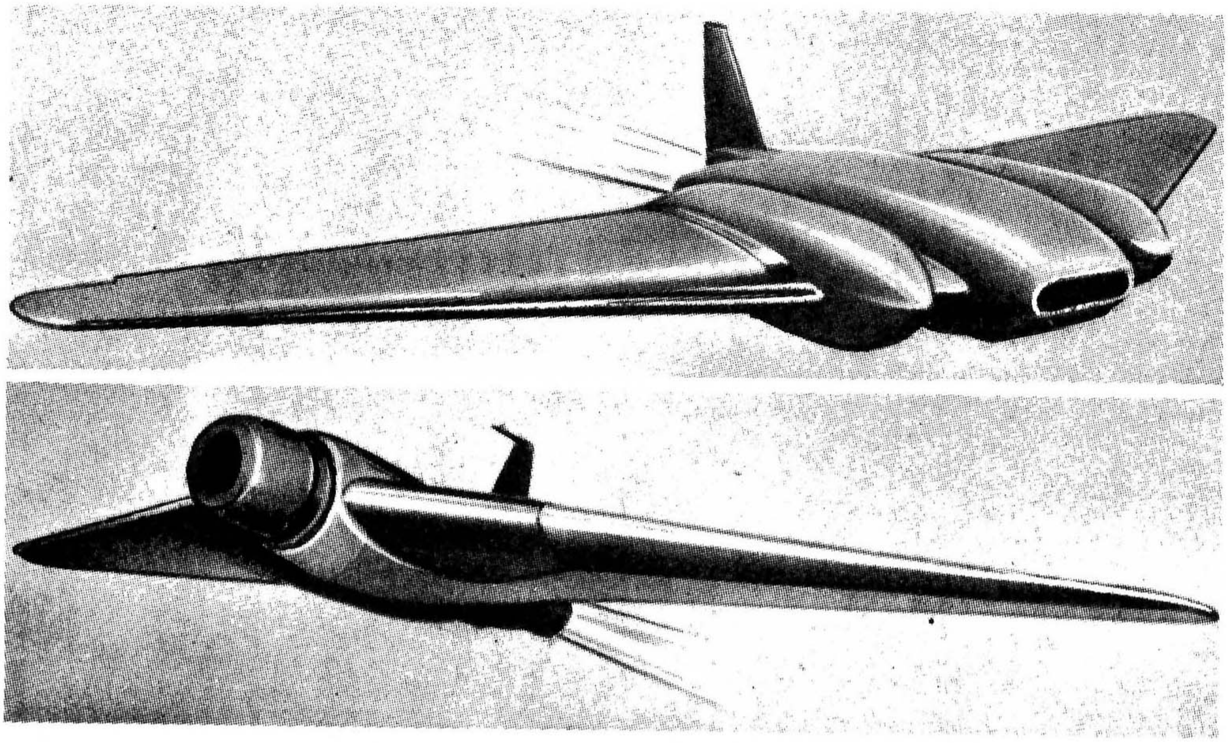


FIG. 10. — LES BOMBES VOLANTES « NORTHROP »

La bombe d'en haut, la première en date, comporte deux réacteurs General Electric logés dans son fuselage, la charge explosive étant située dans deux fuseaux de chaque côté du moteur. Elle est en construction depuis l'été 1944 pour l'armée américaine. Celle d'en bas, la JB-1 A, est le type le plus récent. Elle contient un réacteur Ford à pulsations, du genre de celui de la V-1 allemande, mais situé à l'intérieur du fuselage. La charge explosive est logée dans les ailes, au voisinage du fuselage. Les caractéristiques de la JB-1 A sont les suivantes: envergure, 9,15 m; poids total, 3 175 kg; charge explosive, 1 680 kg; vitesse maximum, environ 650 km/h; rayon d'action, supérieur à 160 km. Des améliorations apportées à la rampe de lancement ont réduit sa longueur à 15 m. La bombe est catapultée à la vitesse de 350 km/h environ, grâce à quatre fusées de décollage. Ces rampes peuvent être installées à bord des péniches de débarquement.

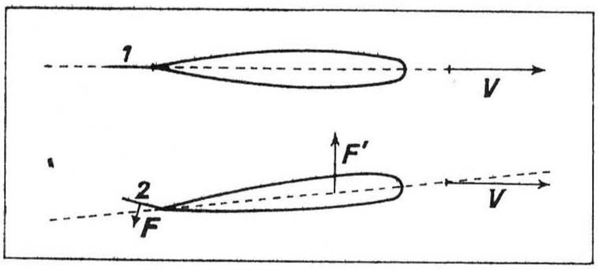


FIG. 11. — MODE D'ACTION DU GOUVERNAIL SUR UN CORPS FUSELÉ

Sur un corps fuselé, un dirigeable qui serait statiquement en équilibre à son altitude de navigation par exemple, si l'on met le gouvernail de profondeur « à monter », en l'orientant de la position 1 à la position 2, le mouvement d'ascension ne peut évidemment pas se produire sous l'action directe de l'air sur le gouvernail, qui est une force F dirigée vers le bas. Mais cette force F produit le pivotement vers le bas de l'arrière du dirigeable. En dehors de sa résistance à l'avancement, non figurée et qui ne varie pas sensiblement pour une petite inclinaison, l'air exerce alors sur lui une force F' très supérieure à F; c'est elle qui produit la montée. L'explication est exactement la même dans le cas d'une voilure; il suffit de supposer que la figure représente un profil d'aile au lieu d'un corps fuselé. Mais, toutes choses égales d'ailleurs (action du gouvernail, volume, vitesse...), la force F' est beaucoup plus grande pour une aile que pour un corps fuselé de révolution; l'aile présente en effet une surface oblique beaucoup plus grande à l'action du vent relatif. C'est pourquoi il est indispensable en pratique de munir d'ailes les corps de bombes auxquelles on demande des évolutions serrées sous l'action de gouvernes.

moins ont une portance élevée quelle que soit l'évolution.

Aussi, pour les bombes dont la voilure avait la disposition habituelle, comme la Hs 298, était-il recommandé de les lâcher à partir d'un avion à une altitude légèrement supérieure ou inférieure à celle de l'objectif ; leur manœuvre par piqué ou cabré était plus aisée que par virage sans variation d'altitude.

Les ailes en flèche

Toutes les voilures des dernières bombes volantes allemandes présentent une flèche marquée, en vue de réduire leur résistance aux vitesses approchant ou dépassant la vitesse du son.

La bombe planante Hs 298 fait exception. C'est que sa vitesse limite reste certainement assez éloignée de la vitesse du son. Les bombes ordinaires, à forte teneur d'explosif et de poids moyen, comme la Hs 298, ne l'atteignent que tout juste en chute libre. En vol plané de pente faible, elles en restent nécessairement assez loin. Le problème que l'on a résolu avec cet engin est donc celui de la grande portée, et non celui des grandes vitesses.

Les propriétés des ailes en flèche ont été découvertes en Allemagne, avant la guerre, par Betz. Elles auraient pu apparaître à l'étude expérimentale des empennages de bombes, dont le bord d'attaque a généralement une grande flèche destinée à reporter un empennage

de surface donnée le plus à l'arrière possible du corps de bombe. Betz constata que la forme en flèche du bord d'attaque retarde l'apparition des survitesses locales et des ondes de choc. L'aile en flèche est plus résistante que l'aile droite aux vitesses nettement subsoniques, et moins résistante lorsqu'on s'approche de la vitesse du son ou qu'on la dépasse. On crut, aux premiers essais, que la disposition en flèche augmentait de 15 à 20 p. 100 la vitesse critique, qu'on observait vers les trois quarts de la vitesse du son. En réalité, on atténue considérablement l'effet de cette vitesse critique sur la traînée et surtout la portance.

A côté de cet avantage essentiel de l'aile en flèche, qui l'a fait introduire non seulement sur les bombes volantes, mais sur la plupart des avions allemands à réaction, elle présente quelques inconvénients.

Il n'y a pas d'interaction gênante entre l'aile en flèche et un fuselage central. Par contre, les fuseaux latéraux sont très mauvais ; on a essayé de nombreuses dispositions sans en trouver d'acceptable. C'est pourquoi l'aile en flèche conviendrait très mal aux avions à réaction bimoteurs tels que le Gloster « Meteor » du record

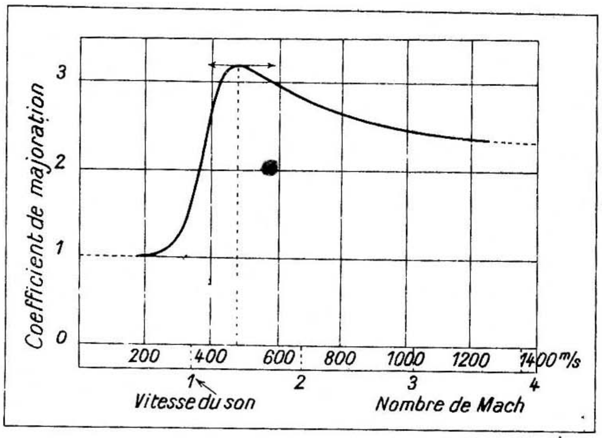


FIG. 12. — LOI DE GAVRE AUX VITESSES VOISINES DE LA VITESSE DU SON

Aux vitesses nettement inférieures à la vitesse du son la résistance d'un corps fuselé est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse ; il en est de même aux vitesses très supérieures à la vitesse du son, mais le coefficient de proportionnalité est alors plus grand. Les irrégularités de la loi de résistance dans toute la zone qui va de 200 à plus de 1 000 m/s ont été étudiées depuis très longtemps en balistique. La courbe ci-dessus donne pour chaque vitesse le coefficient de multiplication de la résistance, calculée dans l'hypothèse de la proportionnalité au carré de la vitesse, avec les valeurs déduites des expériences à faible vitesse. Le coefficient atteint 1,12 dès 250 m/s, 2,48 à la vitesse du son (340 m/s). Il passe par un maximum de 3,20 à 470 m/s et tend ensuite asymptotiquement vers la valeur 2,13. La loi s'applique quelle que soit l'altitude, donc la température de l'air, à condition de corriger les abscisses dans le rapport de la vitesse du son, qui varie comme la racine carrée de la température absolue (296 m/s dans la stratosphère par — 55° C). Cela revient à graduer l'échelle des abscisses en « nombre de Mach », qui est le rapport de la vitesse du projectile à la vitesse du son dans les mêmes conditions. La loi de Gâvre a été établie pour des projectiles pointus à culot cylindrique. Elle varie en toute rigueur suivant la forme du projectile (rayon d'ogive, méplat avant, rétreint de culot). Krupp et d'autres ont donné les corrections à lui apporter suivant la valeur de ces derniers facteurs.

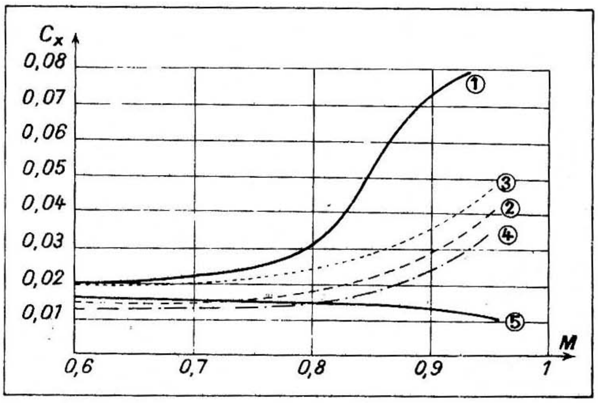


FIG. 13. — RÉSULTATS D'ESSAIS D'AILES EN FLÈCHE

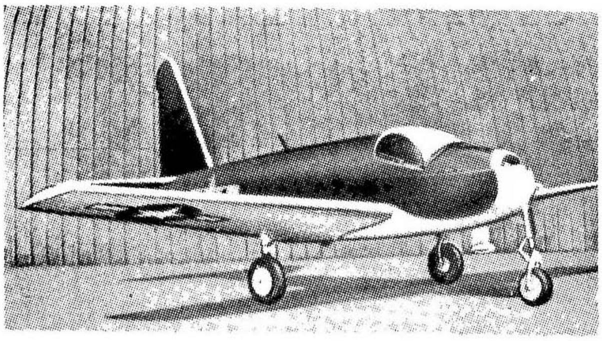
Les courbes ci-dessus donnent, pour différents types d'ailes droites ou en flèche, la variation du coefficient de traînée Cx en fonction du « nombre de Mach » M, qui est le rapport de la vitesse considérée à la vitesse du son. La courbe 1 se rapporte à une aile sans flèche, au profil NACA 0012-64, d'allongement 4,5. La courbe 2 est celle du même profil, avec flèche de 30°, allongement de 4,5, la flèche de l'aile étant obtenue par une simple translation du profil. La courbe 3 est celle du même profil, à la même flèche et au même allongement, mais orienté en sens inverse (V ouvert vers l'avant). La courbe 4 est celle du même profil, avec la même flèche de 30°, mais avec allongement réduit à 3,4 et profil obtenu par rotation, c'est-à-dire perpendiculaire au bord d'attaque. La courbe 5 est celle du même profil avec flèche de 45°, allongement réduit à 2,25, le profil conservé étant encore perpendiculaire au bord d'attaque. On notera que la flèche obtenue par rotation du profil (courbes 4 et 5) est plus avantageuse que celle obtenue par translation (courbes 2 et 3) ; que les faibles allongements (courbes 4 et surtout 5) sont plus avantageux que les grands ; que la combinaison des grandes flèches (45°) et des faibles allongements (2,25) est spécialement avantageuse (courbe 5), alors que la flèche optimum pour l'allongement de 4,5 ne dépasse pas 35°. Ces essais, exécutés fin 1940, en Allemagne, sur une soufflerie de faible section, classent bien les facteurs principaux d'amélioration des voilures aux grandes vitesses dans l'ordre de leur intérêt, mais des essais plus récents sur veine plus large indiquent que les résultats obtenus, et notamment ceux de la courbe 5, où le coefficient de résistance décroît avec le nombre de Mach, sont trop optimistes.

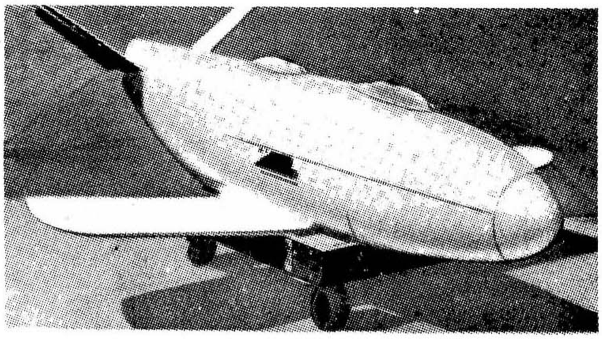
de vitesse, alors qu'elle était très appréciée sur les monomoteurs allemands.

Les dispositifs hypersustentateurs habituels, volet avant, volet d'intrados, ne donnent à peu près rien sur l'aile en flèche. Il faut des combinaisons de volets et de fentes assez compliquées pour n'atteindre finalement que des coefficients de portance nettement inférieurs à ceux des ailes droites munies des mêmes dispositifs. La vitesse d'atterrissage des avions à ailes en flèche s'en ressent. Mais cet inconvénient ne joue pas sur les bombes.

Les ailes à très faible envergure

On sait que les qualités aérodynamiques de la voilure s'améliorent avec son allongement ; le poids de charpente seul en souffre. Cependant, les très faibles allongements tels que ceux des voilures carrées et même des voilures rectangulaires dont la profondeur est supérieure à l'envergure ne sont pas si mauvais qu'on pouvait le craindre. On avait même construit, avant la guerre, un avion à voilure circulaire qui ne présentait pas d'intérêt spécial, mais volait correctement.





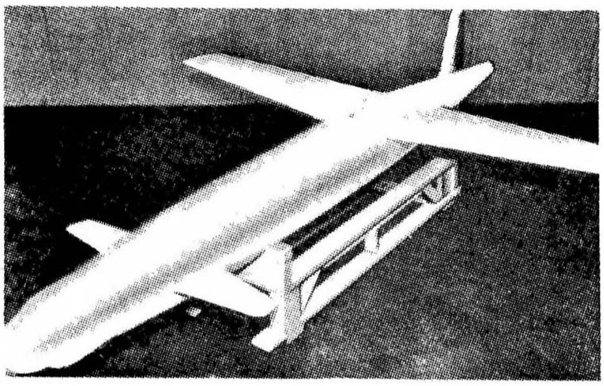


FIG. 14, 15 ET 16. — TROIS BOMBES PLANANTES ET VOLANTES DE LA MARINE AMÉRICAINE

En haut, à gauche, *la « Glomb »* (Glider bomb *ou bombe planante), bombe de 4 000 livres (1 812 kg) remorquée par chasseur et dirigée vers l'objectif par radio, au vu d'une image reçue d'un poste émetteur de télévision porté par bombe.* Ci-dessus, *la « Gargoyle », bombe volante de 1 000 livres (453 kg), à propulsion par réaction, disposée pour la perforation, se dirigeant automatiquement vers son objectif à 960 km/h.* A gauche, *la « Gorgon », bombe volante portant une charge de 100 livres d'explosif (45 kg), à propulsion par fusée, dirigée sur l'objectif soit par radio, soit par un dispositif automatique comme celui de la « Gargoyle ».*

On a découvert que les voilures à très faible allongement jouissaient des mêmes avantages que les voilures en flèche aux approches de la vitesse du son. Leur résistance devient très inférieure à celle que l'on obtient avec un allongement normal. Leur portance est alors très mauvaise, ce qui, d'ailleurs, n'est pas sans inconvénient pour les évolutions d'une bombe sous court rayon, qui se passe, à ce moment, d'hypersustentation, mais n'en utiliserait pas moins très bien la portance d'une voilurenormale.

Quoi qu'il en soit, on a combiné avec succès sur un certain nombre de bombes allemandes la formule de l'aile à très faible envergure et celle de l'aile en flèche.

Bien entendu, les profils de toutes ces ailes ont les caractéristiques bien connues des profils pour grandes vitesses : faible épaisseur, bord d'attaque coupant, report sur l'arrière du point d'épaisseur maximum.

L'avenir de la bombe volante en D. C. A.

Les bombes planantes et volantes ont été expérimentées pendant près de deux ans contre les navires et les avions alliés. Elles ont remporté au début les succès de toutes les armes nouvelles, mais le développement de la chasse d'escorte a permis aux convois et aux expéditions de bombardement de passer sans trop de dommages.

Il serait néanmoins imprudent de croire que l'on viendra aisément à bout des bombes volantes lancées du sol contre avions. L'attaque des postes de lancement, qui pourront être camouflés, dispersés ou protégés ne donnera pas d'aussi bons résultats que la lutte contre une chasse largement surclassée en nombre. On peut même se demander si le remplacement des chasseurs d'interception avec pilotes par des bombes volantes à direction télécommandée ou automatique n'est pas une parade définitive de la chasse d'escorte. Sans accepter l'optimisme du professeur Wagner et admettre que chacun des engins lancés mettra un avion hors de combat, il est à croire que la bombe volante ainsi employée renouvellera entièrement les méthodes et le rendement de la D. C. A.

André FOURNIER.

La pénicilline séjourne très peu de temps dans l'organisme, parce que le rein l'élimine rapidement. On est donc obligé de renouveler les piqûres fréquemment, ce qui est désagréable pour le patient, et surtout très coûteux. Comment retarder l'élimination urinaire de la pénicilline de façon à la faire séjourner plus longtemps dans l'organisme et à pouvoir espacer les injections ? Ce problème très important n'est pas encore complètement résolu, mais on a découvert qu'une substance, l'acide amino-hippurique, possède la propriété de retarder considérablement l'excrétion de la pénicilline chez le chien. Quand ce corps se trouve dans le sang à la teneur de 30 à 50 mg par 100 cm³ de plasma, l'élimination de pénicilline pendant les deux premières heures suivant l'injection n'est que de 30 à 35 p. 100 de la quantité injectée, alors qu'elle est habituellement de 60 à 70 p, 100.